

Научная статья
УДК 623.746.-519
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.81.44.002

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОПОВЕЩЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ БПЛА ПРИ УГРОЗЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧС

*Андрей Александрович Балобанов*¹
*Александр Владимирович Скрипка*²
*Сергей Сергеевич Акиньшин*³

^{1,2,3}Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия,

¹<https://orcid.org/0000-0003-3346-8171>

²<https://orcid.org/0000-0002-8834-3133>

Автор ответственный за переписку: Андрей Александрович Балобанов, andrey.balobanov.92@mail.ru

Аннотация. Современные возможности беспилотных летательных аппаратов позволяют применять их в различных областях для решения широкого спектра задач. В интересах МЧС России в настоящее время в основном их применяют для мониторинга состояния окружающей среды и объектов. В статье предлагается применять беспилотные летательные аппараты для доведения экстренной информации до населения с целью снижения возможных последствий.

Для реализации данного предложения разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений при оповещении населения об угрозе возникновения и возникновении чрезвычайной ситуации с применением беспилотных летательных аппаратов. Данный алгоритм позволяет учитывать зоны на территории субъекта РФ, необорудованные средствами оповещения, что дает возможность лицу, принимающему решение, определить необходимость задействования альтернативных средств оповещения и оптимизировать маршрут следования беспилотных летательных аппаратов при доведении сигналов экстренного оповещения до населения с учетом их технических возможностей.

Внедрение в практическую деятельность должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях разработанного алгоритма позволит достичь требуемых значений показателей в области оповещения населения на территории субъекта РФ, установленных законодательством.

Ключевые слова: алгоритм, поддержка принятия управленческих решений, беспилотные летательные аппараты, оповещение населения, МЧС России

Для цитирования: Балобанов А.А., Скрипка А.В., Акиньшин С.С. Поддержка принятия управленческих решений при оповещении населения с помощью БПЛА при угрозе возникновения и возникновении ЧС // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С. 17-23. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.81.44.002>

Original article

SUPPORT FOR MANAGEMENT DECISION-MAKING WHEN NOTIFYING THE PUBLIC WITH THE HELP OF UAV IN CASE OF A THREAT AND OCCURRENCE OF AN EMERGENCY

*Andrey A. Balobanov*¹

*Aleksandr V. Skripka*²

*Sergey S. Akinshin*³

Saint - Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

¹<https://orcid.org/0000-0003-3346-8171>

²<https://orcid.org/0000-0002-8834-3133>

Corresponding author: *Andrey A. Balobanov, andrey.balobanov.92@mail.ru*

Abstract. Modern capabilities of unmanned aerial vehicles allow them to be used in various fields to solve a wide range of tasks. In the interests of the Ministry of Emergency Situations of Russia, they are currently mainly used to monitor the state of the environment and facilities. The article suggests using unmanned aerial vehicles to bring emergency information to the public in order to reduce possible consequences.

To implement this proposal, an algorithm has been developed to support management decision-making when notifying the public about the threat of an emergency situation with the use of unmanned aerial vehicles. This algorithm allows you to take into account zones on the territory of the subject of the Russian Federation that are not equipped with warning devices, which allows the decision-maker to determine the need to use alternative means of notification and optimize the route of unmanned aerial vehicles when bringing emergency warning signals to the population, taking into account their technical capabilities.

The implementation of the developed algorithm into the practical activities of officials of crisis management centers will allow achieving the required values of indicators in the field of public notification in the territory of the subject of the Russian Federation, established by law.

Keywords: algorithm, management decision support, unmanned aerial vehicles, public notification, The Ministry of Emercom of Russia

For citation: Balobanov A.A., Skripka A.V., Akinshin S.S. Support for management decision-making when notifying the public with the help of UAV in case of a threat and occurrence of an emergency // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024. № 4 (35). С. 17-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.81.44.002>

Введение

Рост техногенной нагрузки влечёт за собой увеличение числа и тяжести чрезвычайных ситуаций (ЧС). На сегодняшний день одной из основных задач государства выступает снижение вероятности возникновения ЧС, а также минимизация последствий от них. Одним из наиболее действенных и относительно простым в реализации способом является оповещение населения (далее - ОН), которое позволяет довести экстренную информацию о ЧС, с целью реализации комплекса превентивных мероприятий. Однако, в ряде субъектов РФ часть территорий до сих пор остаются не покрытыми средствами оповещения, что не соответствует требованиям законодательства и может повлечь за собой негативные последствия [1]. Данный факт связан с высокой стоимостью разворачивания на территории полноценной системы оповещения, что приводит к необходимости разработки новых решений в данной области.

На сегодняшний день широкое распространение в различных областях получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые хорошо зарекомендовали себя при решении разного рода задач [2,3]. Анализ научных исследований, посвященных вопросам применения БПЛА в интересах МЧС России, показал, что большинство из них посвящены решению задач мониторинга поверхности Земли и в редких случаях для решения других задач (например, доведение информации до населения в период коронавирусной инфекции) [4]. В связи с возрастающими потребностями в области обеспечения безопасности населения, а также в условиях ограниченности материальных и финансовых ресурсов,

возникает необходимость расширения перечня задач, решаемых имеющимися на вооружении силами и средствами министерства.

Авторы статьи предлагают применять БПЛА для решения задач доведения сигналов оповещения до населения на территориях субъектов РФ, не оборудованных системами оповещения, с целью достижения установленных требованиями нормативных документов показателей. Данный вопрос поднимался авторами других публикаций ранее, однако, вопросы поддержки управленческих решений при применении для ОН БПЛА не рассматривался.

Таким образом, цель статьи заключается в разработке алгоритма и рекомендаций по поддержке принятия управленческих решений при ОН с помощью БПЛА при угрозе и возникновении ЧС.

Согласно последним статистическим данным охват населения на территории РФ средствами оповещения составляет более 70% от общего количества [5]. На Рис.1 представлено распределение субъектов РФ по охвату населения средствами оповещения.

Все субъекты условно можно разделить на 4 кластера:

- охват населения менее 40% (1 кластер);
- охват населения от 40 до 60% (2 кластер);
- охват населения от 60 до 80% (3 кластер);
- охват населения более 80% (4 кластер).

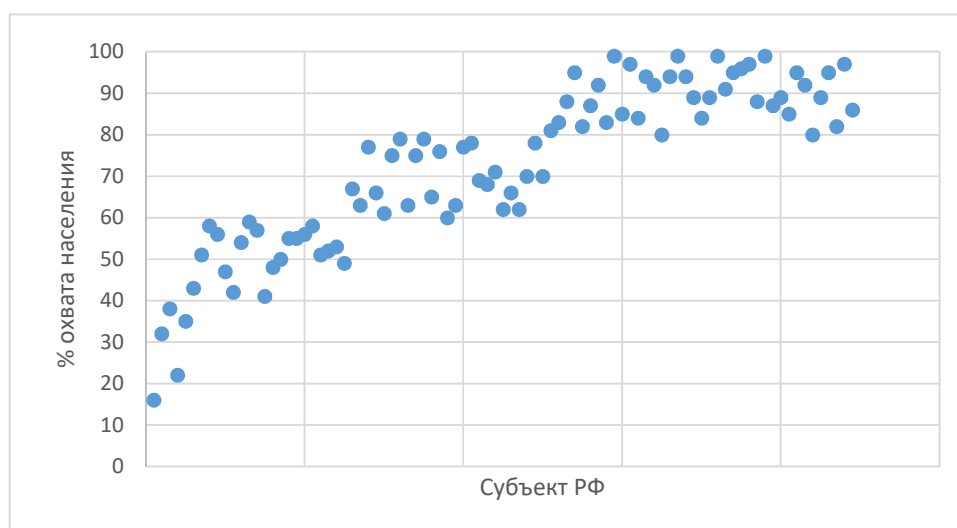


Рис.1. Статистические данные охвата населения субъектов РФ по ОН

Представленные на Рис.1 данные позволяют сделать вывод, что основная часть субъектов РФ по охвату населения располагается в диапазоне от 40 до 100%, где только около 10% общего числа достигли значения 100%.

Процесс ОН при ЧС требует учёта множества параметров, которые, в большинстве своем, носят непостоянный характер. В настоящее время основной упор в области применения БПЛА для доведения сигналов оповещения до населения носят частный характер и нет единого понимания в каких случаях и как их применять. Для решения данной проблемы был разработан алгоритм поддержки принятия управленческих решений (ППУР) по привлечению БПЛА для ОН.

Алгоритм включает в себя следующие шаги:

Шаг 1. Начало.

Шаг 2. Получение информации о событии. На данном этапе осуществляется получение информации о сложившейся ситуации из различных источников, её анализ и структурирование. Параллельно осуществляется сбор данных о покрытии средствами ОН зоны, в которой возникло происшествие.

Шаг 3. Оценка сложившейся обстановки. После того, как получена первичная информация о происшествии происходит оценка сложившейся обстановки и вырабатываются сценарии возможных действий.

Шаг 4. Необходимо ОН? В случае, если отсутствует необходимость ОН осуществляется переход к шагу 11. Если ОН требуется, то осуществляется переход к шагу 5.

Шаг 5. Определение зоны ОН. После того, как выявлена необходимость ОН осуществляется расчёт зоны, где его необходимо провести.

Шаг 6. Зона происшествия покрыта средствами ОН? Если да, то осуществляется переход к шагу 10, в ином случае осуществляется переход к шагу 7.

Шаг 7. Принятие решения о применении БПЛА для ОН. В данном случае ЛПР принимает решение о задействовании специально оборудованных средствами оповещения БПЛА.

Шаг 8. Определение месторасположения ближайшего БПЛА. На данном этапе осуществляется поиск ближайших СиС, имеющих на вооружении БПЛА, оборудованных необходимыми средствами ОН.

Шаг 9. Расчёт общего времени оповещения с помощью БПЛА $t_{пол}$. Суммарное время полета рассчитывается по формуле [6]:

$$t_{пол} = n \cdot t_{го} + \sum_{i=0, i=n+1 \rightarrow i=0}^{n+1} t_n + \frac{\sqrt{(x_{P_{i-1}} - x_{P_i})^2 + (y_{P_{i-1}} - y_{P_i})^2} - L_n - L_c}{v_m + v_b \cdot \cos\left(\text{atan}\left(\frac{y_{P_{i-1}} - y_{P_i}}{x_{P_{i-1}} - x_{P_i}}\right) - \varphi_b\right)} + t_c,$$

где: n – количество точек остановки, $t_{го}$ – время голосового оповещения; t_n и t_c – время набора и снижения скорости при движении по прямолинейному участку; L_n и L_c – длина участков набора и снижения скорости; (x_{P_i}, y_{P_i}) – координаты i -й точки остановки БПЛА; v_m – скорость БПЛА; v_b и φ_b – скорость и угол направления ветра. Следует отметить, что последней точкой остановки БПЛА будет точка возврата в исходную точку запуска P_0 .

Так же возможно применение и других вариантов оптимизации маршрута следования.

Далее осуществляется переход к шагу 10.

Шаг 10. Формирование сигналов оповещения. На данном этапе осуществляется разработка текста сообщения для последующего оповещения населения.

Шаг 11. Доведение сигналов оповещения до населения. На данном этапе осуществляется доведение сигналов оповещения до населения.

Шаг 12. Конец.

Блок – схема алгоритма ППУР при ОН с помощью БПЛА при угрозе возникновения ЧС представлена на Рис.2.

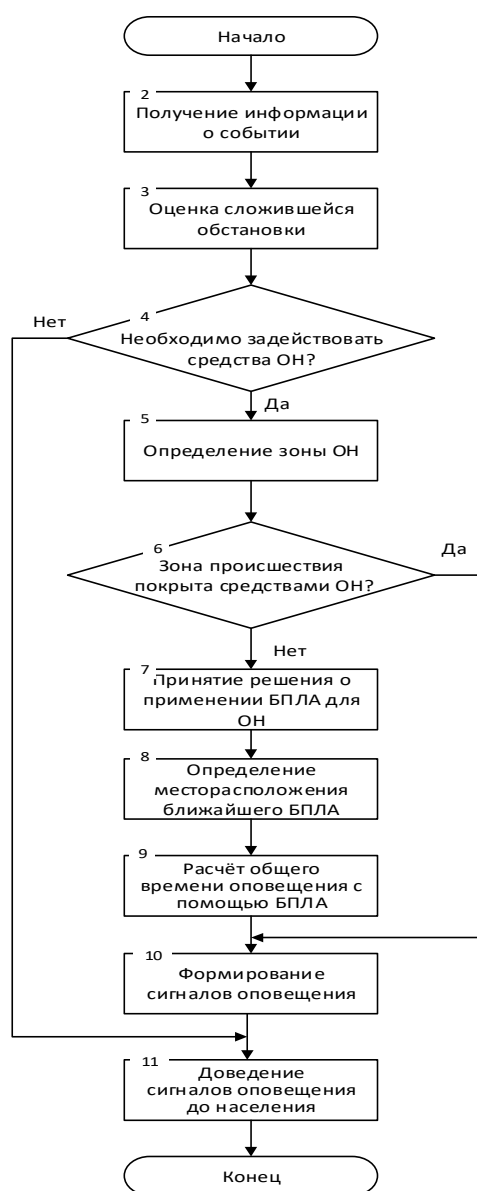


Рис.2. Блок – схема алгоритма ППУР при ОН с помощью БПЛА при угрозе возникновения ЧС

В настоящее время основная часть БПЛА, стоящих на вооружении подразделений МЧС России, вертолетного типа [7]. Данный факт имеет как положительные, так и отрицательные стороны (БПЛА вертолетного типа маневреннее, могут зависать над точкой, однако, имеют существенно меньшую дальность полета по сравнению с самолетным типом).

Остро встает вопрос в технологиях передачи сигналов оповещения на БПЛА, а также в линиях и каналах связи [8]. В данном случае возможны несколько вариантов:

- проводная линия связи;
- беспроводная линия связи.

Однако, необходимо учитывать, что в процессе следования БПЛА к зонам оповещения исходная информация может измениться и потребуются изменить сигнал оповещения. В данном случае наиболее целесообразным вариантом для загрузки сигнала на БПЛА, либо его трансляция в онлайн режиме, выступает применение спутниковой связи. Такую возможность на сегодняшний день предоставляет

акционерное общество «ГЛОНАСС» в рамках проекта «цифровое небо», который позволяет отслеживать точное местоположение БПЛА и организовывать гибридную связь [9].

Таким образом, решение задачи применения БПЛА для ОН, находится на стыке нескольких направлений (Рис.3)

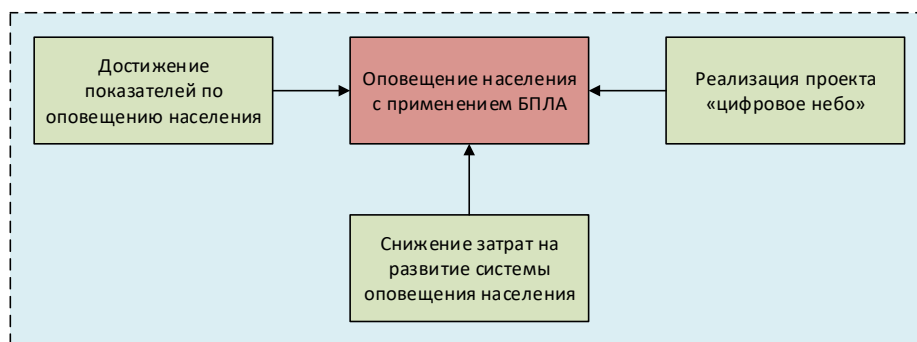


Рис.3. Решение задачи ОН с применением БПЛА

Так же для сокращения времени доведения сигналов оповещения и исключения их дублирования необходимо автоматизировать процесс по учету заявок, что требует разработки и внедрения соответствующих моделей [10].

Внедрение алгоритма ППУР в практическую деятельность должностных лиц (ДЛ) МЧС России возможно в случае реализации ряда дополнительных мероприятий:

- актуализация сведений о зонах, необорудованных средствами ОН;
- актуализация данных о количестве БПЛА на территории субъекта РФ, их месторасположения и возможности оборудования средствами ОН;
- дооснащение имеющихся БПЛА средствами ОН, в случае технической возможности;
- при невозможности дооснащения БПЛА, приобретение оборудованных моделей;
- обучение ДЛ, которые будут применять БПЛА;
- разработка программного обеспечения для передачи сигналов оповещения и расчета оптимального маршрута следования с учетом технических возможностей БПЛА;
- разработка регламента применения БПЛА для ОН;
- проработка нормативно-правовой базы применения БПЛА для решения задач ОН.

Список источников

1. Ражников С.В., Лысов А.Р., Белкин К.А., Антонов В.В. Адресное оповещение населения в чрезвычайных ситуациях // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2016. – № 5. – С. 179-183. – EDN BOGVYU.
2. Белькова А.С. Обзор областей применения малых БПЛА самолетного типа / Белькова А.С. // Научно-исследовательский центр «Technical Innovations». – 2021. – № 8. – С. 317-320. – EDN QMMGJX.
3. Никитин А.Г. Мониторинг местности с воздуха с применением беспилотных авиационных систем в интересах МЧС России при ликвидации ЧС // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – Т. 2. – №. 1 (7). – С. 47-49.
4. Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монограф. - Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2015. - 444 с. (Сер. «Современная прикладная математика и информатика»).
5. Леонова Е.М., Леонова А.Н. Один из методических подходов к оценке эффективности системы оповещения населения // StudNet. – 2022. – Т. 5. – №. 5. – С. 4619-4631.

6. Шимон Н.С., Калач А.В. Оптимизация траектории полета беспилотного летательного аппарата при оповещении населения малых населенных пунктов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2017. – №. 2 (23). – С. 31-33.
7. Интернет-ресурс: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/tehnika/aviacionnaya-tehnika/bespilotnye-letatelnye-apparaty>.
8. Полюнкин А.В., Ле Хыу Туан Исследование характеристик радиоканала связи с беспилотными летательными аппаратами // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. №7-2.
9. В России создадут «Цифровое небо» для безопасного применения гражданских авиабеспилотников // АО Глонасс: сайт.- URL: <https://aoglonass.ru/news/digital-nebo> (дата обращения 12.10.2024).
10. Колеров Д.А. Модель информационной системы по управлению учётом заявок на оповещение и информирование населения в субъекте РФ / Колеров Д.А., Балобанов А.А., Скрипка А.В. // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 3(30). – С. 88-97. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.010. – EDN CFAFJO.

References

1. Razhnikov S.V., Lysov A.R., Belkin K.A., Antonov V.V. Targeted notification of the population in emergency situations // Problems of technosphere safety: materials of the international scientific and practical conference of young scientists and specialists. - 2016. – №. 5. – PP. 179-183. – EDN BOGVYU.
2. Belkova A.S. Overview of the fields of application of small aircraft-type UAVs / A. S. Belkova // Scientific Research Center "Technical Innovations". - 2021. – № 8. – PP. 317-320. – EDN QMMGJX.
3. Nikitin A.G. Airborne terrain monitoring using unmanned aerial systems in the interests of EMERCOM of Russia during emergency response // Fire Safety: Problems and Prospects. - 2016. - Т. 2. - №. 1 (7). - PP. 47-49.
4. Moiseev V.S. Fundamentals of the theory of effective use of unmanned aerial vehicles: monograph. - Kazan: Editorial and publishing center "School", 2015. - 444 PP. (Series "Modern applied mathematics and computer science").
5. Leonova E.M., Leonova A.N. One of methodical approaches to evaluating the effectiveness of the population prevention system // StudNet. - 2022. - Т. 5. - №. 5. - PP. 4619-4631.
6. Shimon N.S., Kalach A.V. Optimization of the flight path of an unmanned aerial vehicle when alerting the population of small settlements // Modern problems of civil protection. - 2017. - №. 2 (23). - PP. 31-33.
7. Online resource: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/tehnika/aviacionnaya-tehnika/bespilotnye-letatelnye-apparaty>.
8. Polynkin A.V., Le Hu Tuan A study of the characteristics of a radio communication channel with unmanned aerial vehicles // Izvestiya TulsU. Technical sciences. 2013. №7-2.
9. Russia to create a “Digital Sky” for safe use of civil unmanned aerial vehicles // JSC GLONASS: website. - URL: <https://aoglonass.ru/news/digital-nebo> (date accessed 10.12.2024).
10. Kolerov D.A. Model of an information system for managing accounting for applications for notification and informing the population in the subject of the Russian Federation / Kolerov D.A., Balobanov A.A., Skripka A.V // Siberian fire and Rescue Bulletin. – 2023. – № 3(30). – PP. 88-97. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.30.3.010. – EDN CFAFJO.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.10.2024, одобрена после рецензирования 10.11.2024, принята к публикации 25.11.2024.

The article was submitted 28.10.2024, approved after reviewing 10.11.2024, accepted for publication 25.11.2024.